Bonn. zool. Beitr.	Jg. 37	H. 2	S. 123—129	Bonn, Juni 1986

Proteinelektrophoretische Untersuchungen zur subspezifischen Gliederung von *Lacerta (Podarcis) peloponnesiaca*

von

Werner Mayer

Lacerta peloponnesiaca bewohnt ein vergleichsweise kleines Areal, sie lebt nur auf der südgriechischen Halbinsel Peloponnes. Sie fehlt aber auch dort im Nordwesten und ist in den Küstengebieten des Golfs von Korinth und in der östlichen Argolis anscheinend nur lokal verbreitet (Bringsøe 1985). Ihre Verwandtschaftsbeziehungen innerhalb der Sammelgattung *Lacerta* sind erst von Buchholz (1960) erkannt worden, der die Art in das Subgenus *Podarcis* stellt und auf die nahe Verwandtschaft speziell mit *Lacerta (P.) erhardii* hinweist. Diese systematische Zuordnung wird von Arnold (1973) bestätigt (hier *Podarcis* als Genus). Albumin-immunologische (Lutz & Mayer 1985) und proteinelektrophoretische Untersuchungen (Mayer & Tiedemann 1982) bestätigen die Stellung von *Lacerta peloponnesiaca* im Subgenus *Podarcis* und weisen ebenso *Lacerta (P.) erhardii* als nächstverwandtes Taxon aus. Die Art wurde von Buchholz (1960) in vier Subspezies aufgegliedert, dies vor allem anhand von Färbungs- und Zeichnungsmerkmalen:

L. p. peloponnesiaca: Terra typica: Mistra.
Verbreitung: südliche und mittlere Peloponnes.

L. p. lais: Terra typica: Kalavrita.
Verbreitung: Nordwestpeloponnes.

L. p. thais: Terra typica: Epidavros.
Verbreitung: Nordostpeloponnes.

L. p. phryne: Terra typica: Berg Velia bei Kalavrita, oberhalb des Waldgürtels.
Verbreitung: Terra typica.

Die vorliegende Arbeit setzt sich anhand elektrophoretisch untersuchter Proteinmerkmale kritisch mit der von Buchholz (1960) getroffenen Subspeziesgliederung auseinander.

Material und Methode

225 Exemplare von insgesamt 16 Fundorten (Tabelle 1) wurden hinsichtlich 16 Proteinen elektrophoretisch auf Stärkegel untersucht. Die untersuchten Proteine waren die fol-

genden: Lactatdehydrogenase 1 (LDH 1), Lactatdehydrogenase 2 (LDH 2), Malatdehydrogenase (MDH), α-Glycerophosphatdehydrogenase (GPDH), Alkoholdehydrogenase (ADH), Phosphoglucomutase 1 (PGM 1), Phosphoglucomutase 2 (PGM 2), Creatinphosphokinase (CPK), Glucosephosphatisomerase (GPI), Glutamat-oxalacetattransaminase (GOT), Hämoglobin (HG), drei Esterasen (EST 1, 2, 3) und zwei Nicht-Enzym-Proteine aus dem Muskel (MP 1, 4). Probenvorbereitung, Elektrophorese und enzymspezifische Anfärbung der Elektropherogramme wurden durchgeführt wie bei Mayer & Tiedemann (1982) beschrieben.

Tabelle 1: Fundorte und Stichprobengrößen der untersuchten Populationen.

KV	Kalavrita	15	MV	Monemvasia	17
KL	Kalivia	40	MN	Mani-Halbinsel	7
SN	Steno	10	MS	Mistra	13
Gu	Gura	17	ME	Megalopoli	11
MT	Mati	11	PL	Pilos	10
OL	Olimbia	14	FG	Figalia	20
EP	Epidavros	16	ST	Stefanio	4
AH	Achladokambos	16	VL	Velia	4

Ergebnisse und Diskussion

14 der untersuchten Proteine waren bei allen Exemplaren elektrophoretisch ident. Bei der GPI trat nur vereinzelt eine Variante auf. Hingegen fanden sich bei der PGM 2 im wesentlichen drei Elektromorphen, eine vierte Variante wurde als Heterozygot nur bei einem einzigen Exemplar (Fundort Gura) gefunden (Tab. 2, Abb. 1 und 2). Diese drei hauptsächlichen Elektromorphen sind geographisch korreliert. So zeigten alle Exemplare von den Fundorten Kalavrita, Megalopoli, Kalivia und Steno ausschließlich die langsam wandernde („s") Elektromorphe und die Exemplare aus der Argolis (Epidavros ebenso wie die vier Exemplare von Stefanio) ausschließlich das intermediär wandernde („m") Protein. Die dritte, schnell wandernde Variante („f") zeigt die höchste Frequenz bei den Tieren von Mistra und von der Halbinsel Mani. Die Stichproben aller übrigen Fundorte (mit Ausnahme der kleinen Serie vom Berg Velia) haben Übergangscharakter. Die m-Variante ist weit über das Artareal verbreitet, sie fehlt anscheinend nur in weiten Teilen der Gebirge der Nordwest- und Zentralpeloponnes. Die s-Variante fehlt in der Ostpeloponnes. Die f-Elektromorphe hat die geringste Verbreitung; sie strahlt von einem Zentrum in der mittleren Südpeloponnes vor allem nach Osten aus.

Somit erscheinen die beiden Subspezies *L. peloponnesiaca lais* und *L. peloponnesiaca thais* auch elektrophoretisch gut definiert, während die Nominatform hinsichtlich der Varianten der PGM 2 tatsächlich eine polymorphe Gruppe darstellt. Da die terra typica von *L. peloponnesiaca peloponnesiaca* Mistra ist, läßt sich diese Subspezies als jene definieren, die besonders hohe Frequenzen

der f-Elektromorphe zeigt. In diesem Sinne sind daher die Tiere von Achladokambos und Monemvasia als Übergänge zwischen *L. peloponnesiaca thais* und der Nominatform aufzufassen. Die Tiere der Westpeloponnes (Pilos, Figalia, Olimbia), die von Buchholz ebenfalls zu *L. p. peloponnesiaca* gestellt worden sind, würden sich entsprechend als Übergänge zwischen den Subspecies *lais* und *thais*(!) darstellen. Dieses Phänomen ist geographisch kaum erklärbar, allenfalls könnte angenommen werden, daß die in der Westpeloponnes vorkommende m-Variante nur elektrophoretisch mit der Variante aus der Argolis identisch ist, tatsächlich jedoch ein von ihr verschiedenes Protein darstellt.

Als vierte Subspezies führt Buchholz *L. peloponnesiaca phryne* vom Berg Velia südlich Kalavrita an. Eine Unterscheidung von der in tieferen Lagen bei Kalavrita lebenden *L. p. lais* ist gemäß der Originalbeschreibung ausschließlich durch die eigenartige Zeichnung der Unterseite der Männchen gegeben. Während bei der ssp. *lais* die Unterseite der Männchen gleichmäßig orange gefärbt ist, sollen bei der ssp. *phryne* auf weißer Grundfarbe unregelmäßige scharf begrenzte orange Flecken auftreten. Im Rahmen der Aufsammlung des Materials für diese Studie hat sich jedoch gezeigt, daß diese Zeichnungsphase, wenn auch mit geringer Häufigkeit, an verschiedenen Plätzen des Areals von *L. p. lais* auftritt. So hatten jeweils einige wenige Männchen der Stichproben von Kalavrita und Kalivia dieses angeblich für die ssp. *phryne* so charakteristische Merkmal. Im Gegensatz dazu hatte das einzige Männchen jener vier Exemplare vom Berge Velia, die für die Untersuchung zur Verfügung standen, eine einfarbige Unterseite. Buchholz erklärt das winzige Areal seiner ssp. *phryne* mit der Isolierung der

Tabelle 2: Gefundene Frequenzen der Elektromorphen der Enzyme GPI und PGM 2.

Enzym	El-Morphe	KV	KL	SN	GU	MT	OL	EP
GPI	f	—	—	—	0,09	0,05	—	—
	s	1,00	1,00	1,00	0,91	0,95	1,00	1,00
PGM 2	f	—	—	—	—	—	0,04	—
	m'	—	—	—	0,03	—	—	—
	m	—	—	—	0,91	0,95	0,25	1,00
	s	1,00	1,00	1,00	0,06	0,05	0,71	—
		AH	MV	MN	MS	ME	PL	FG
GPI	f	—	—	0,07	—	—	—	—
	s	1,00	1,00	0,93	1,00	1,00	1,00	1,00
PGM 2	f	0,25	0,24	0,50	0,54	—	—	0,03
	m	0,75	0,76	0,07	0,19	—	0,25	0,55
	s	—	—	0,43	0,27	1,00	0,75	0,42

Alle vier Exemplare vom Fundort Stefanio hatten am GPI-Locus die Variante „s" und am PGM-2-Locus die Variante „m", alle vier Exemplare vom Fundort Velia zeigten die GPI-Variante „s", bezüglich der PGM 2 waren 3 Exemplare homozygot mit „s" und das vierte heterozygot „m/s".

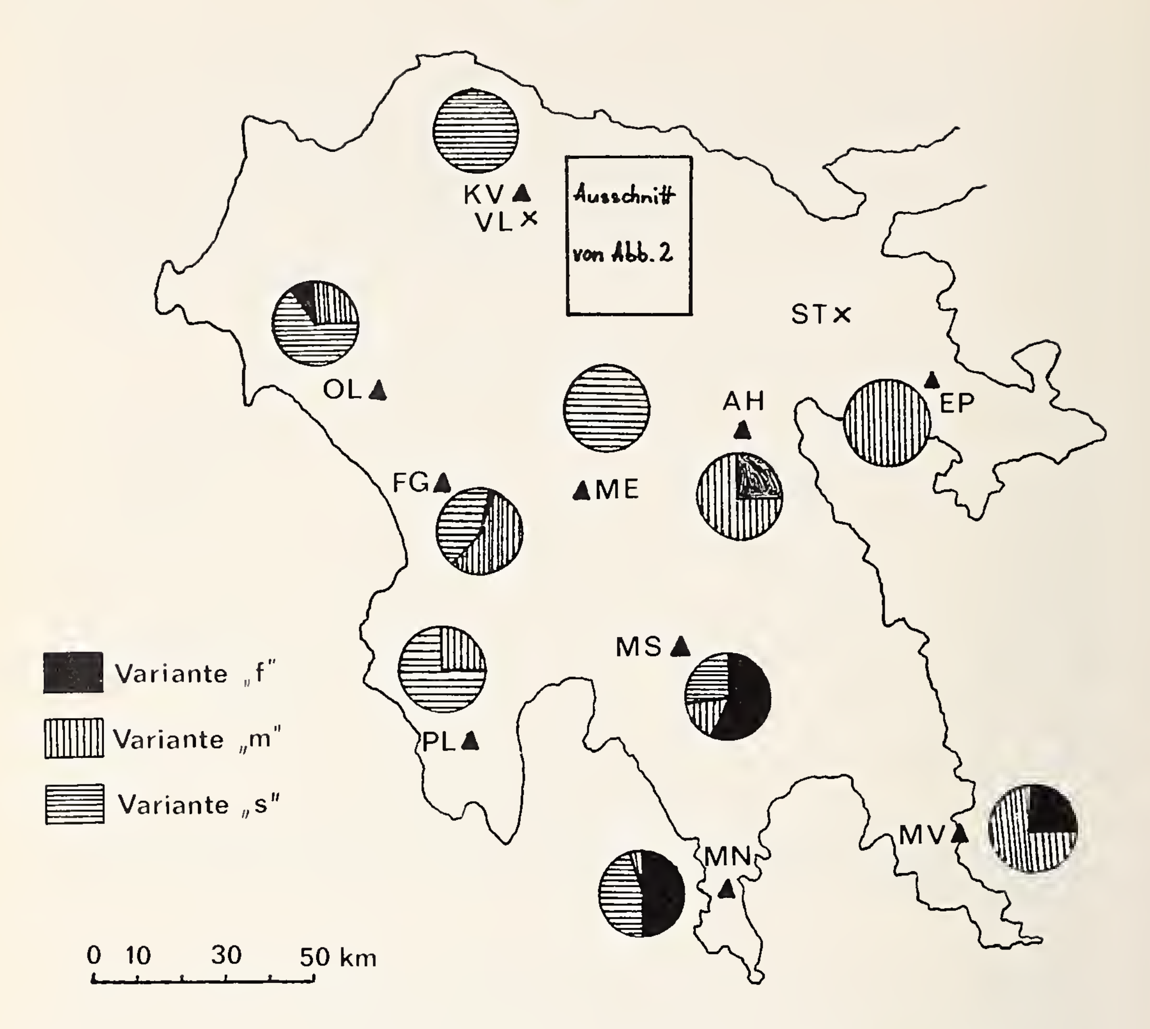


Abb. 1: Fundorte der proteinelektrophoretisch untersuchten *Lacerta peleponnesiaca* und Häufigkeiten der gefundenen Elektromorphen des Enzyms PGM 2. Die Frequenzen der Stichproben von Velia (VL) und Stefanio (ST) sind aufgrund des geringen Umfangs nicht in die Karte eingetragen.

Population durch einen Waldgürtel, der von *L. peloponnesiaca* nicht besiedelt wird. Ein solcher Waldgürtel existiert zwar an der Nordflanke des Berges, über die Buchholz gemäß seinen Reiseaufzeichnungen anscheinend aufgestiegen ist, fehlt jedoch an der Südflanke, und so erscheint es naheliegend, daß eine Besiedlung entlang des ganzen Hanges gegeben ist (Keymar, pers. Mitteilung). Da erstens die Population vom Berge Velia anscheinend nicht isoliert ist, zweitens die von dort beschriebene Zeichnungsphase weder dort die ausschließliche ist, noch auf dieses Gebiet beschränkt ist und drittens weder morphologisch noch elektrophoretisch signifikante Unterschiede zur ssp. *lais* gegeben sind, muß *L. peloponnesiaca phryne* als unbedeutende Variante betrachtet und in die Synonymie von *L. peloponnesiaca lais* gestellt werden.

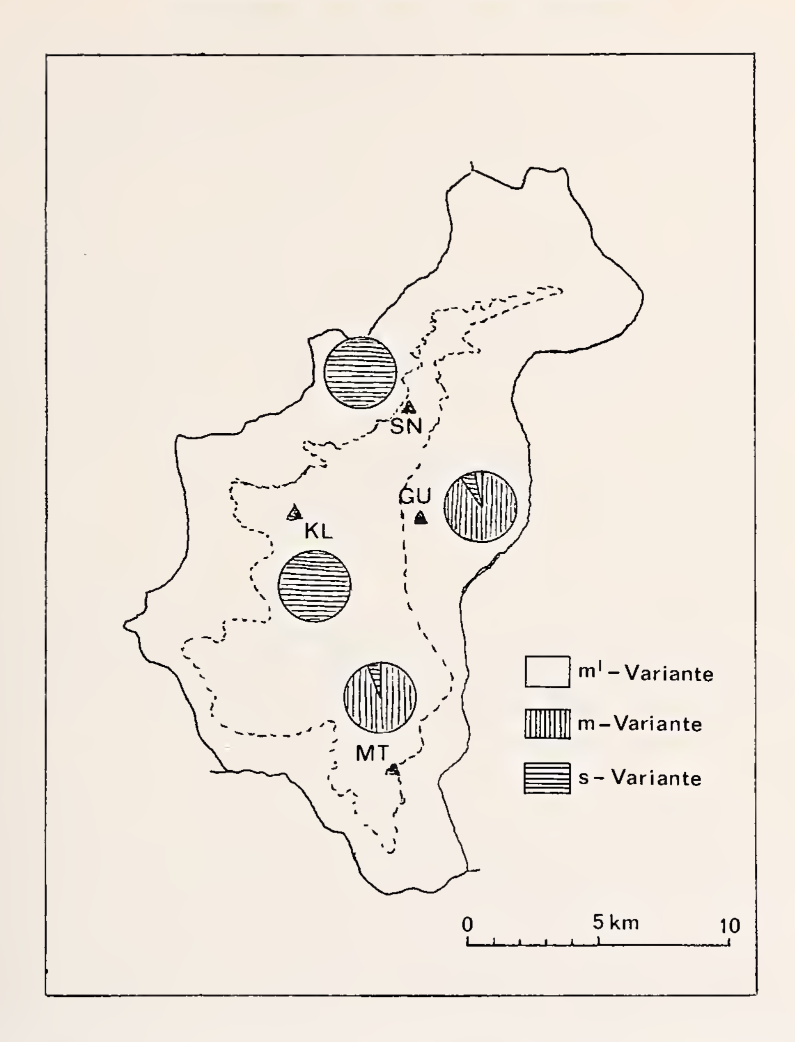


Abb. 2: Becken von Feneos: Fundorte der proteinelektrophoretisch untersuchten *L. peloponnesiaca* und Frequenzen der gefundenen Elektromorphen der PGM 2. ——— Wasserscheide als Begrenzung des Beckens; ---- 1000 m-Isohypse.

Im Gegensatz zu den großräumigen Übergangsgebieten z. B. zwischen den ssp. *peloponnesiaca* und *thais* in der Ostpeloponnes, erscheint die Grenze zwischen der Gebirgsform der Nordwestpeloponnes (s-Variante) und der Argolis-Form (m-Variante) im Talkessel von Feneos auffallend scharf. Hier fand sich bei allen Exemplaren von der Westseite ausschließlich die s-Elektromorphe der PGM 2 (Kalivia, Steno), während die Stichproben von der Ostseite (Gura) bzw. Südseite (Mati) nur je 6 % „s", dafür aber bereits mehr als 90 % „m" aufwiesen (Abb. 2). Das Becken von Feneos stellt einen alten Seeboden dar, im Süden breitet sich auch heute noch während des Winters und Frühjahrs eine Seefläche aus, der mittlere und nördliche Teil der Talsohle werden intensiv agrarisch genutzt. Somit ist eine Ausbreitung von *L. peloponnesiaca* wohl nur entlang

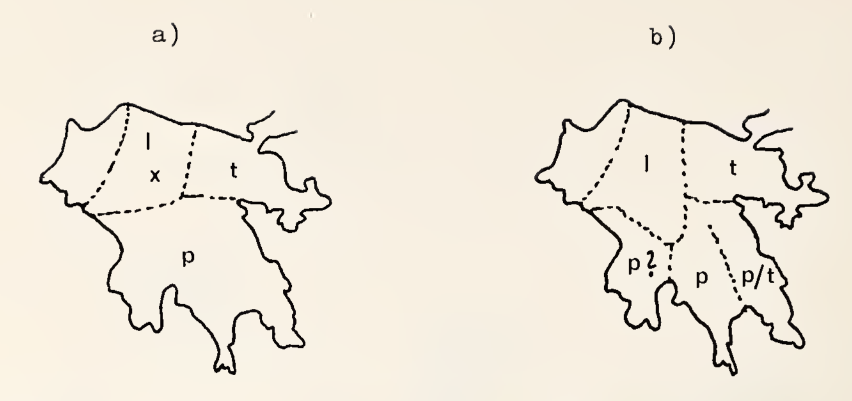


Abb. 3: Subspezies-Areale von *Lacerta peloponnesiaca* a) anhand der Angaben von Buchholz (1960) und b) aufgrund der Varianten des Enzyms PGM 2. p = ssp. *peleponnesiaca*, 1 = ssp. *lais*, t = ssp. *thais*, x = ssp. *phryne*.

der Berghänge möglich. Welcher Art die Ausbreitungsbarrieren in diesem Gebiet sind, die zwischen Mati und Kalivia einerseits und Steno und Gura andererseits liegen müssen, ist allerdings bisher unbekannt.

Hinsichtlich der Enzymvarianten der PGM 2 lassen sich somit alles in allem fünf Populationsgruppen charakterisieren, die mit gewissen Einschränkungen den drei Subspezies *lais, thais* und *peloponnesiaca* entsprechen (Abb.3). So deckt sich das Areal der ssp. *lais* weitgehend mit dem Gebiet mit fast ausschließlichem Vorkommen der s-Elektromorphe. Ebenso korreliert das Gebiet mit ausschließlichem oder fast ausschließlichem Vorkommen der m-Elektromorphe ausgezeichnet mit dem von Buchholz angegebenen Areal der ssp. *thais*. Die drei übrigen Populationsgruppen haben Areale, die gemeinsam etwa das von Buchholz angegebene Gebiet des Vorkommens der ssp. *peloponnesiaca* bilden. Im Osten ist ein Mischgebiet zwischen den Enzymvarianten „f" und „m", das man als Übergangsgebiet der ssp. *peloponnesiaca* und *thais* auffassen kann. Westlich davon schließt ein Gebiet an, das durch hohe Frequenzen der f-Variante ausgezeichnet ist und das Areal der ssp. *peloponnesiaca* im engeren Sinne darstellt. In der Westpeloponnes fehlt die f-Variante fast völlig und die Häufigkeiten von „s" und „m" verhalten sich etwa wie 3:1. Die Eidechsen dieses Teilareals stellen zwar wahrscheinlich eine eigene Populationsgruppe dar, müssen allerdings mangels bekannter äußerer Unterschiede vorläufig zu *L. p. peloponnesiaca* gerechnet werden. Betrachten wir also die angegebenen Verhältnisse hinsichtlich der Elektromorphen der PGM 2 als charakteristisch für die einzelnen Subspezies, so ergeben sich im nördlichen Teil der Peloponnes gegenüber den Angaben von Buchholz nur geringfügige Unterschiede in den Arealgrenzen. So reicht das Vorkommen der ssp. *lais* im Süden bis in den Raum von Megalopoli, und die Grenze zwischen ihr und der östlich anschließenden ssp. *thais* verschiebt sich aus dem Gebiet des Stymphalischen Sees nur wenige Kilometer nach Westen in das Becken von Feneos.

Danksagung. Herrn Dr. W. Böhme (Bonn) danke ich für die Kopien der relevanten Passagen des Reisetagebuchs von Buchholz und Hrn. P. F. Keymar (Wien) für die Überlassung der Eidechsenserien von Velia, Mati, Megalopoli und Mani.

Zusammenfassung

225 Exemplare von *Lacerta (Podarcis) peloponnesiaca* von 16 Fundorten wurden hinsichtlich 16 Proteinloci elektrophoretisch untersucht. Anhand der Varianten der Phosphoglucomutase 2 lassen sich fünf Populationsgruppen abgrenzen. Zwei dieser Gruppen können der ssp. *peloponnesiaca*, je eine den ssp. *lais* und *thais* und die fünfte einem Mischgebiet zwischen den ssp. *peloponnesiaca* und *thais* zugeordnet werden. Die vierte bisher gültige Subspezies, *L. p. phryne*, wird in die Synonymie von *L. p. lais* gestellt.

Summary

225 individuals of *Lacerta (Podarcis) peloponnesiaca* from 16 localities were examined by employing protein electrophoretic data for 16 genetic loci. Referring to the variants of phosphoglucomutase 2, five population groups can be distinguished. Two of these groups can be assigned to the ssp. *peloponnesiaca*, two further groups to the ssp. *lais* and *thais*, respectively, and the fifth to transition populations between the ssp. *peloponnesiaca* and *thais*. The fourth subspecies valid till now, *L. p. phryne*, is a synonym of *L. p. lais*.

Literatur

Arnold, E.N. (1973): Relationships of the Palaearctic lizards assigned to the genera *Lacerta, Algyroides* and *Psammodromus* (Reptilia, Lacertidae). — Bull. Br. Mus. Nat. Hist. (Zool.) London 25: 291—366.

Bringsøe, H. (1985): *Podarcis peloponnesiaca* in: W. Böhme (Hrsg.) Handbuch der Amphibien und Reptilien Europas 2 / II: Echsen III. — Wiesbaden (Aula-Verlag).

Buchholz, K. (1960): Zur Kenntnis von *Lacerta peloponnesiaca* (Reptilia, Lacertidae). — Bonn. zool. Beitr. 11: 87—107.

Lutz, D. & W. Mayer (1985): Albumin evolution and its phylogenetic and taxonomic implications in several lacertid lizards. — Amphibia Reptilia 6: 53—61.

Mayer, W. & F. Tiedemann (1982): Chemotaxonomical investigations in the collective genus *Lacerta* (Lacertidae; Sauria) by means of protein electrophoresis. — Amphibia Reptilia 2: 349—355.

Dr. Werner Mayer, Institut für Medizinische Chemie, Währingerstr. 10, A-1090 Wien.